

西部北極海における動物プランクトン研究の現状と課題

松野孝平¹、山口 篤¹、今井一郎¹

¹ 北海道大学大学院水産科学院

Review on mesozooplankton studies in the western Arctic Ocean: Present and future prospect

Kohei Matsuno¹, Atsushi Yamaguchi¹, Ichiro Imai¹

¹Hokkaido University, Graduate School of Fisheries Sciences

Arctic Ocean is divided into two parts: eastern Arctic Ocean faced to Atlantic Ocean and western Arctic Ocean neighboring Pacific Ocean. Eastern Arctic Ocean is mainly composed of Norwegian fjord, Barents Sea and Greenland Sea, and their oceanography and fisheries have been relatively studied well. Zooplankton community in the eastern Arctic Ocean is dominated by large copepods (*Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus*), and their life cycle is described well in each sub-region. The western Arctic Ocean is composed of Chukchi Sea, Canada Basin and Beaufort Sea. Their oceanography and fisheries have less studied than those in the eastern Arctic Ocean. Zooplankton community in the western Arctic Ocean is dominated by *C. glacialis*, *C. hyperboreus* and *Metridia longa*. There are several studies on their life cycle by net sampling from sea ice station throughout a year, but limited extent.

From bathymetry, the western Arctic Ocean is divided into two parts: southern shelf (Chukchi Sea) and northern basin (Canada Basin and Beaufort Sea). Zooplankton community in the shelf is characterized with high biomass and composed of mixture of Arctic (*C. glacialis*), Pacific (*Neocalanus cristatus*, *N. flemingeri*, *N. plumchrus*, *Eucalanus bungii* and *Metridia pacifica*) and coastal species (*Acartia longiremis* and *Pseudocalanus* spp.). Seasonal predominance of benthic larvae (Cirripedia and Echinoidea) is also reported. Due to continuous inflow of the Pacific water, spatial distribution of zooplankton biomass and species composition varied greatly. Zooplankton community in the basin is characterized with low biomass, composed of Arctic copepods (*C. glacialis*, *C. hyperboreus* and *M. longa*) and also the deep-sea species. Under-ice fauna which was dominated by ice algae-grazing amphipods is also reported in the basin.

Previously, most of the zooplankton studies in the western Arctic Ocean were snapshot ones, and little studies were made on spatial and inter-annual changes, and also on deep-sea species. Recently, new findings of zooplankton study were achieved in the western Arctic Ocean. For example, the effects of sea ice reduction on the zooplankton community are evaluated using satellite or mooring observation and the horizontal plankton flux from shelf to basin are quantified using VPR (Video Plankton Recorder). Grazing impact of Arctic copepods is also estimated by on board experiments and identification of sibling species (*C. glacialis* and *C. marshallae*) is made by DNA analysis. New species of deep-sea medusa is reported with ROV (Remotely Operated Vehicle) observation. Thus, introduction of new technologies (e.g. satellite, mooring measurement, ROV and VPR) and new analysis (DNA reading) may allow us to obtain new information on spatial and inter-annual changes in zooplankton community.

Marked reduction of sea ice coverage was currently reported in the western Arctic Ocean, and their effect on marine ecosystem is concerned. To evaluate the effect of ice reduction on marine ecosystem, information on spatial and inter-annual changes in zooplankton is of special interest and essential. Since physical structure and zooplankton fauna are varied between shelf and basin, the effects of sea ice reduction are expected to vary with region. In the shelf, northward shift in zooplankton community was reported, which was induced by increased inflow of Pacific Water (Matsuno et al. 2011). Since large oceanic species may dominate in the surface layer, they may graze down phytoplankton leading to decrease of vertical flux to benthic community (Grebmeier et al. 2006). In the basin, reduction of sea ice probably enhanced Beaufort gyre and increased ice-melt water would result in low primary production, and zooplankton biomass is considered to decrease. Reduction of sea ice coverage area would also provide limited habitat for specialized under-ice fauna (i.e. benthopelagic amphipods). For the other zooplankton taxa except copepods, species possessing calcareous shells (i.e. pteropods, molluscs) need more investigations. Lowered pH caused by ocean acidification will dissolve the calcareous shells and then reduce their abundance. In the Arctic Ocean, the pteropod *Limacina helicina* having calcareous shell is exclusive food for *Clione* spp. Since *L. helicina* is frequently dominant in Arctic Ocean, changes in marine ecosystem by decrease of the species is of great concern. Studies on the zooplankton having calcareous shells are also required.

北極海は太平洋側の西部北極海と、大西洋側の東部北極海に大分される。大西洋に面する東部北極海は、ノルウェーフィヨルド、バレンツ海およびグリーンランド海などによって構成され、比較的アクセスが容易であり、古くより海洋学および水産

学の研究が盛んである。東部北極海における動物プランクトン群集には大型カイアシ類 *Calanus glacialis*, *C. hyperboreus* および *C. finmarchicus* が優占し、彼らの生活史は海域毎に詳細に明らかにされている。一方、西部北極海はチャクチ海、カナダ海盆およびボーフォート海によって構成されており、アクセスが困難なために動物プランクトン研究は東部北極海に比べて少ないのが現状である。西部北極海における動物プランクトン群集には、大型カイアシ類 *C. glacialis*, *C. hyperboreus* および *Metridia longa* が優占するが、西部北極海における彼らの生活史や個体群動態については海氷上の観測基地からの年間を通した研究がいくつかあるのみで、知見は乏しい。

西部北極海はその水深により、南の陸棚域（チャクチ海）と北の海盆域（カナダ海盆やボーフォート海）に二分される。陸棚域では、動物プランクトン現存量が多く、太平洋水の流入により太平洋産種（*Neocalanus cristatus*, *N. flemingeri*, *N. plumchrus*, *Eucalanus bungii* および *Metridia pacifica*）と北極海産種（*C. glacialis*）が混在する群集であり、浅海性種（*Acartia longiremis*）や沿岸性種（*Pseudocalanus* spp.）も多く出現することが知られている。また、季節的にベントス幼生（フジツボやウニ）が優占することも報告されており、動物プランクトン群集構造は、流入する太平洋水が作る複雑な水塊構造に左右されることが知られている。一方、海盆域では動物プランクトン現存量は少なく、北極海産種（*C. glacialis*, *C. hyperboreus* および *M. longa*）のみが出現し、深海性種も多く出現する。また海氷下のアイスアルジーを一次生産者とする海氷下に固有の近底層性端脚類などを中心とする動物プランクトン群集も報告されている。

これまでの西部北極海における動物プランクトン研究は、スナップショット的な研究が多く、特に水平的、経年的な変動についての知見が乏しいのが現状である。また、深海性動物プランクトンに関する知見も少ない。最近、西部北極海における動物プランクトン研究では、衛星や係留系を使用することにより、気候変動が動物プランクトン群集に及ぼす影響や、VPR (Video Plankton Recorder) を用いて陸棚域から海盆域への水平的な物質輸送量などが評価されている。また、船上実験によるカイアシ類摂餌圧の評価や、DNA 塩基配列解析により、近縁種 *C. glacialis* と *C. marshallae* の水平分布が明らかにされつつある。また、ROV (Remotely Operated Vehicle) 観察により新種の深海性クラゲ類が発見されている。このように、近年西部北極海においては、技術進歩に伴う新しい機器（衛星、係留系、ROV や VPR）導入、DNA 塩基配列といった新しい解析を行うことにより、水平的、経年的な変動についての知見充実が図られている。

現在、西部北極海では開氷域の拡大が観測史上ないほどの速さで進行しており、この海洋環境変動が海洋生態系に与える影響が懸念されている。そのため、海洋生態系の低次生産を支える動物プランクトンの水平的、経年的な変動動態を明らかにすることは重要である。海洋環境や優占種が異なるため、開氷域拡大の影響は、陸棚域と海盆域において異なることが予想される。陸棚域では、チャクチ海南部から太平洋水によって太平洋産種が流入することにより、動物プランクトン群集構造が大きく変化していることが示されている (Matsuno et al. 2011)。また大型な外洋性種が表層に優占することにより表層での動物プランクトンによる摂餌圧が増加し、植物プランクトンなどの沈降粒子量が減少し、豊富なベントス群集が減少することが予想されている (Grebmeier et al. 2006)。海盆域では、海洋循環が強化され、海水融解水が増加するために一次生産が低下し、動物プランクトン現存量も減少することが予想される。また海氷衰退に伴い、海氷下固有動物プランクトン群集が減少することも考えられる。カイアシ類以外の分類群では、大気中二酸化炭素濃度の増加に起因する海洋酸性化による pH 低下により、炭酸カルシウムの殻を持つ分類群の減少が予想されている。炭酸カルシウム殻を持つ分類群のうち、有殻翼足類 *Limacina helicina* は *Clione* 属の専食的な餌生物で、北極海においてしばしば優占することから、本種の減少による生態系構造の変化が危惧される。これら炭酸カルシウムの殻を持つ分類群に関する知見の充実も必要である。

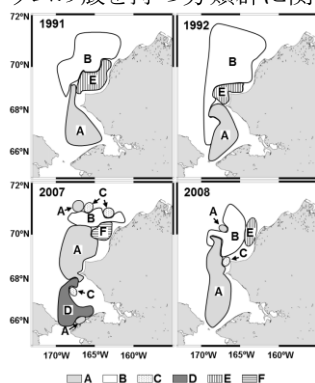


Figure 1. Geographic distributions of the six groups (A–F) identified from Bray-Curtis similarity based on zooplankton abundances in the Chukchi Sea during July – August of 1991, 1992, 2007, and 2008. Modified from Matsuno et al. (2011).

References

- Grebmeier, J.M., L.W. Cooper, H.M. Feder and B.I. Sirenko, Ecosystem dynamics of the Pacific-influenced northern Bering and Chukchi Seas in the Amerasian Arctic, *Progress in Oceanography*, 71, 331-361, 2006.
- Matsuno, K., A. Yamaguchi, T. Hirawake and I. Imai, Year-to-year changes of the mesozooplankton community in the Chukchi Sea during summers of 1991, 1992 and 2007, 2008, *Polar Biology*, 34, 1349-1360, 2011.